

## REGIONAL AND LOCAL FACTORS OF FLUID REDISTRIBUTION IN DONBAS COAL ROCK MASSIFS

*N. Vergelska<sup>1\*</sup>, I. Skopychenko<sup>1</sup>, V. Vergelska<sup>1</sup>, V. Melnyk<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>State institution «Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of National Academy of Sciences of Ukraine», Kyiv, Ukraine*

*\*Corresponding author: [vnata09@meta.ua](mailto:vnata09@meta.ua)*

**Abstract.** Many years of research on the gas potential of Donbas coal deposits have revealed mainly regional and local changes in the gas characteristics of coal seams, which correlate with the distribution of fluids in the Donbas coal rock massifs. The combination of complex study of coal, coal-gas and ore Donbas, which has become relevant today, allowed to identify new perspectives in the search for general regional and local patterns of fluid-dynamic transformations under the influence of endogenous and exogenous factors and redistribution of coal-bearing minerals.

In the study of coal massifs it was found that the zones of fluid migration remain active even after the development of coal mining in the previous mode. The qualitative gas component in the spent space correlates with the disturbances of the coal massif: in the zones of disturbances of the coal massif, in addition to the increase in the amount of gas, the qualitative characteristics in relation to the intact zones also increase. The redistribution of fluids is associated with every tectonic activation, including modern earthquakes.

Fluid solutions during carbonization and pyritization of the massif had different phases (gas, liquid and vapor-liquid), and most likely they are associated with tectonic-magmatic and / or hydrothermal processes in the already formed coal rock massif.

**Keywords:** Donbas, coal rock massif, fluid migration, qualitative gas component, tectonics.

## РЕГІОНАЛЬНІ ТА ЛОКАЛЬНІ ФАКТОРИ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ФЛЮЇДІВ У ВУГЛЕПОРОДНИХ МАСИВАХ ДОНБАСУ

*Н. Вергельська<sup>1\*</sup>, І. Скопиченко<sup>1</sup>, В. Вергельська<sup>1</sup>, В. Мельник<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Державна установа «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури НАН України», м. Київ, Україна*

*\*Відповідальний автор: e-mail [vnata09@meta.ua](mailto:vnata09@meta.ua)*

**Анотація.** Багаторічні дослідження газоносності вугленосних відкладів Донбасу дозволили встановити, регіональні і локальні зміни газових характеристик вугільних пластів, що корелюються з поширенням флюїдів у вуглепородних масивах Донбасу. Поєднання комплексного вивчення вугільного, вугле-газового та рудного Донбасу, що стало актуальним в нашу добу, дало змогу визначити нові перспективи у пошуках загальних регіональних і локальних закономірностей флюїдодинамічних перетворень під впливом ендо- та екзогенних факторів і перерозподілу корисних копалин вугленосних формацій.

При дослідженні вуглепородних масивів встановлено, що зони флюїдної міграції залишаються активними і після відпрацювання вугільної виробки в попередньому режимі. Якісна газова складова у відпрацьованому просторі корелюється із порушеннями вуглепородного масиву - у зонах порушень, крім збільшення кількості газу, збільшуються і якісні характеристики по відношенню до непорушених зон. Перерозподіл флюїдів пов'язаний з кожною тектонічною активацією, в тому числі й сучасними землетрусами.

Флюїдні розчини при карбонізації та піритизації масиву мали різні фази (газову, рідинну та паро-рідинну), і швидше за все, вони пов'язані з тектоно-магматичними чи/та гідротермальними процесами у вже сформованому вуглепородному масиві.

**Ключові слова:** Донбас, вуглепородний масив, флюїдна міграція, якісна газова складова, тектоніка.

## **Вступ.**

В останні роки значну увагу приділяється флюїдам (газам, рідинам), їх поширенню та перерозподілу в товщі літосфери. Багаторічні дослідження газонасиченості вугленосних відкладів Донбасу дозволили встановити регіональні і локальні зміни газових характеристик вугільних пластів, що корелюються з поширенням флюїдів у вуглепородних масивах Донбасу. Доцільно зазначити, що у сучасному стані флюїдодинамічні перетворення, під впливом ендо- та екзогенних процесів, визначені у вигляді газів вуглепородних масивів, піритизації та карбонізації.

Значний внесок у дослідження було зроблено А.Я. Радзівіллом, В.Я. Радзівілом, М.В. Жикаляком, Л.І. Пімоненко, В.В. Лукіновим, В.Ю. Забігайлом, О.З. Широковим, А.М. Брижанєвим, Г.Д. Лідіним та А.І. Кравцовим, О.М. Сукачовим, А.Д. Бондарем, та іншими.

*Мета дослідження:* визначити зміни якісних характеристик флюїдів у вуглепородному масиві для встановлення регіональних та локальних факторів перерозподілу.

## **Методика досліджень та матеріали.**

Відбір проб проводився на діючих шахтах Донецько-Макіївського, Красноармійського вуглевидобувних районів Донбасу та Західному Донбасі. Для дослідження було відібрано понад 600 газових проб, проб вугілля та вміщуючих порід протягом 2010 - 2020 років. Проведено вивчення геологічної будови шахтних полів, визначення зон тектонічних порушень. Газонасиченість вуглепородних масивів визначалися за запатентованою методикою (патент № 79554 від 25.04.2013 [14]). Лабораторні дослідження проб газу проводилися в лабораторіях ДП «Укрнаукагеоцентр» та Інституту геологічних наук НАН України (газова хроматографія). Дослідження вугілля та порід проведено в лабораторіях Донецькгеологія та ДП «Укрнаукагеоцентр» (виготовлення шліфів та аншліфів для власних досліджень, технічний та елементний аналіз вугілля, вміст вуглецю, спектральний аналіз)

## **Результати та обговорення.**

Природа глибинної тектоніки Складчастого Донбасу визначається за взаємовідношеннями структури і рельєфу фундаменту з товщиною і формаційним складом товщ неогену (рифей-венду та фанерозою), що виповнюють грабен в докембрійських утвореннях. Докембрійський фундамент представлений, вірогідно, як метаморфічними так і магматичними комплексами кристалічних порід архейського і протерозойського віку, так і рифей-вендськими вулканогенно-осадовими товщами [2]. За закономірністю просторової успадкованості тектоно-магматичних подій фанерозою від рифей-вендських тектоно-магматичних ореолів [2, 4, 8] прогнозується в складі нерозчленованого фундаменту Донецького прогину (грабену) значної кількості магматичних утворень цього віку і ознак впливу їх на тектоніку, магматизм, седиментогенез і процеси метаморфізму більш пізніх стратиграфічних комплексів. Отже, для міграції флюїдів створювалися сприятливі умови протягом всього часу формування осадово-вулканогенних та осадових відкладів.

В наш час прояви флюїдів та минулих флюїдних систем можемо спостерігати у вуглепородних масивах на глибинах 200 – 1600 м. Постгенетичні (вторинні) зміни, визначені у масивах, пов'язані із тектоно-магматичними та флюїдодинамічними процесами. Найбільш відомими з них у вуглепородних масивах Донбасу є газонасиченість, піритизація та карбонізація.

## **Газонасиченість вуглепородних масивів**

Сучасний стан газонасиченості вуглепородного масиву є результатом тектонічних процесів, які є син- та постгенетичними відносно періодів формування вугільних пластів. Глибинна будова та аналіз матеріалів з історії геологічного розвитку Донецького вугільного басейну свідчить, що утворення і формування складчастих форм масиву відбувалося протягом всієї геологічної історії розвитку регіону. В той же час первинна газонасиченість кам'яновугільних відкладів Донецького басейну, перш за все зумовлена вугленасиченістю району літолого-фаціальним складом вміщуючих порід, умовами циркуляції підземних вод та ступенем метаморфізму вугілля.

За даними А.М. Брижанєва [1] на газонасиченість впливають параметри і час утворення порушень: постседиментаційні скиди є проникними, конседиментаційні – непроникними,

насуви характеризуються змінною проникністю, яка залежить від літології вміщуючих порід.

В роботі В.Ю. Забігайла і О.З. Широкова [9] за результатами аналізу газоносності шахт Західного Донбасу (який вирізняється наявністю тільки скидів) встановлено, що закономірна зміна метаносності зумовлена регіональними факторами (катагенез осадової товщі), що ускладнюється впливом тектонічних порушень. Це позначається на літологічному складі порід та колекторських властивостях (проникність, пористість) вуглевміщуючих відкладів і гідрогеологічних умовах. Показано, що крупні діагональні скиди, які характеризуються багатофазним розвитком, сприяли перерозподілу газових покладів, а поздовжні – накопиченню вугільних газів.

В.В. Лукіновим [12] для південно-західної частини Донбасу встановлено вплив палеотектонічних зусиль на ступінь катагенетичних перетворень, а, відповідно, і на газоносність.

На основі дослідження газоносності вугільних пластів Красноармійського вуглепромислового району С.Ю. Приходченко [13] встановлено, що на фоні регіональних закономірностей позитивні газові аномалії пов'язані з присутністю локальних структур і відсутністю пісковиків у складі порід безпосередньої покрівлі, негативні – з розвитком крупноамплітудних скидів і присутністю в основній чи безпосередній покрівлі вугільних пластів обводнених пісковиків.

У роботах Г.Д. Лідіна та А.І. Кравцова [10, 11] відмічено, що газоносність вугільних пластів у призмкових частинах антикліналей підвищена, синклінальних – понижена. В ряді робіт [4 – 7, 15] зазначено вплив сучасних тектонічних процесів на склад газу і його перерозподіл в масиві, особливо порушеному гірськими виробками.

Наші дослідження проведені на території Красноармійського та Донецько-Майківського геолого-промислових районів (табл. 1). В результаті досліджень на основі залишкової газової складової вуглепородних масивів встановлено:

- газоносність вуглепородних масивів пов'язана з тектонічною будовою шахтних полів;
- найбільш газонасиченими є антиклінальні структури окремо взятих вугільних пластів та зони дрібно амплітудних порушень;
- в зонах тектонічних порушень з амплітудними зміщеннями переважає азот;
- скиди та насуви, які контролюються порушеннями регіонального характеру, є газоносними;
- на відстані 150 – 250 м від порушення фіксується зміна кількісного та якісного складу залишкової газової складової;
- вугільні пласти алмазної світи (група пластів *I*) є регіонально газоносними.

В результаті проведених досліджень встановлено: ДП ВК Краснолиманська: в кавершпазі пласта *I*<sub>3</sub> рекомендовано провести попередню дегазацію (метан – 46 - 60%), за 4 роки I західна лава цієї шахти, повністю дегазована (метан – 10 – 14 %, азот понад 70%).

На шахтах «Піонер» та «Новодонецька» розробка вугільних пластів безпечна (метан до 20% у залишкових газах) та відмічається значна обводненість вуглепородного масиву. Але при зміні марок вугілля з Д на ДГ (пласта  $m_4^2$ ) та в умовах, коли підшва складена пісковиком, рекомендувати додаткові дослідження пісковика на викиднебезпечність.

При дослідженні відпрацьованого простору діючих шахт встановлено: зони флюїдної міграції залишаються активними і після відпрацювання вугільної виробки в попередньому режимі. Якісна газова складова у відпрацьованому просторі корелюється із порушеннями вуглепородного масиву: у зонах порушень вуглепородного масиву, крім збільшення кількості газу, збільшуються і якісні складові газової суміші відносно непорушених зон. Перерозподіл флюїдів пов'язаний з кожною тектонічною активацією, в тому числі й сучасними землетрусами.

Таким чином, природна газоносність масиву в регіональному плані залежить від ступеню катагенетичних перетворень, які зумовлюють закономірності її поширення; в локальному – від літолого-фаціальних умов, типів, параметрів, часу і умов утворення розривних порушень та локальної складчастості. Слід зазначити, що регіональні тектонічні порушення можуть бути

провідниками, колекторами та покривками газових флюїдів у вуглепородному масиві. У більшості робіт [1, 2, 8, 9] вказано: на регіональному та локальному рівнях відмічено вплив палеотектоніки на поширення газу в масиві та газоємність виробок. Аналіз наведених даних свідчить, що для одержання достовірних результатів залежності газонасності від різних факторів, які її визначають, доцільно досліджувати кожен виробок окремо.

Таблиця 1

Результати дослідження залишкової газової складової шахт Красноармійського та Донецько-Макіївського вуглепромислових районів

Газ, в об. %	Красноармійський вуглепромисловий район	Донецько-Макіївський вуглепромисловий район
He	$9,6 \cdot 10^{-4} - 1,4 \cdot 10^{-3}$	$8,6 \cdot 10^{-4} - 1,2 \cdot 10^{-2}$
CO <sub>2</sub>	0,36 – 5,1	0,6 – 8,1
O <sub>2</sub>	8,9 – 15,3	8,7 – 20,5
H <sub>2</sub>	$3,3 \cdot 10^{-3} - 1,4 \cdot 10^{-1}$	$8,3 \cdot 10^{-3} - 1,4 \cdot 10^{-1}$
CH <sub>4</sub>	0,2 – 35,44; іноді до 78	3,9 – 48; іноді до 80
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,003 – 0,2	0,05 – 0,28
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	–	–
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	$8,1 \cdot 10^{-4} - 5,0 \cdot 10^{-2}$	$5,1 \cdot 10^{-4} - 8,0 \cdot 10^{-2}$
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	–	–
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	$6,2 \cdot 10^{-5} - 1,7 \cdot 10^{-3}$	$7,2 \cdot 10^{-5} - 2,7 \cdot 10^{-3}$
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	$5,0 \cdot 10^{-5} - 1,2 \cdot 10^{-2}$	$4,5 \cdot 10^{-5} - 1,8 \cdot 10^{-2}$
neoC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	–	–
iC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	$6,5 \cdot 10^{-4} - 1,9 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-4} - 2,9 \cdot 10^{-3}$
nC <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	$8,6 \cdot 10^{-5} - 3,5 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-5} - 4,0 \cdot 10^{-3}$
C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	$7,6 \cdot 10^{-5} - 2,9 \cdot 10^{-3}$	$6,1 \cdot 10^{-5} - 3,5 \cdot 10^{-3}$

### Прояви піритизації у вуглепородних масивах

У більшості вуглепородних масивів Красноармійського, Донецько-Макіївського, Південно-Донецького та Центрального вуглепромислових районів у підшві вугільних пластів  $m_0$ ,  $m_3$ ,  $m_4^0$ ,  $m_4^2$  (горлівська світа) визначені різні за потужністю прояви піритизації, пов'язані з флюїдизацією масиву. Прояви піриту від 0,1 мм (псевдоморфози по рослинних рештках, черепашках та незначні лінзочки) до 2-5 – 10-15 см, іноді зустрічаються до 2,0 м і друзи піриту та халькопіриту (рис. 1 – 4). Також слід звернути увагу на включення в яких піритизовані рослинні рештки та лінзочки піриту, більшість яких розташовуються у верхній частині вугільного пласта над проявами зруденіння у підшві [3].

Зразки, відібрані у вказаних вуглепромислових районах, несуть сліди впливу високотемпературного флюїду з мінеральними новоутвореннями, що виразилися в формі доломітизації вапняків та в інтенсивному озалізненні (утворення оксидів та сульфідів заліза), а також у перекристалізації карбонатів раковин (рис. 5) та фосилізації уламків рослинних решток.

На близькість вугленосної палеоструктури, в якій формувався пласт вугілля  $m_4^0$  з пропластком пісковику у підшві, вказує також на прояв інтенсивної піритизації, яка виражена в заміщенні сульфідом заліза плетива органічних решток, які зберігають їхні текстури та структури в псевдоморфозах мінералів та плікативних і диз'юнктивних мікроформах.



Рис. 1. Зразок підосви пласта  $m_3$  (аргіліт з проявами піритизації)  
Шахта ім. О.Ф. Засядька

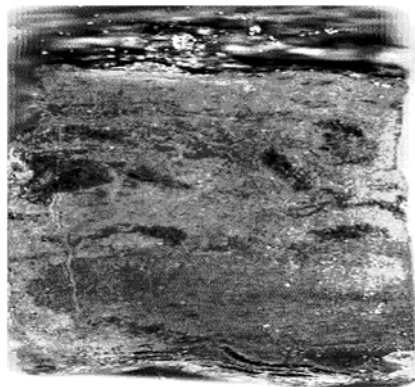


Рис. 2. Аншліф зразка підосви пласта  $m_4^2$  (пірит з незначними включеннями чорного аргіліту) ДП ВК «Краснолиманська»

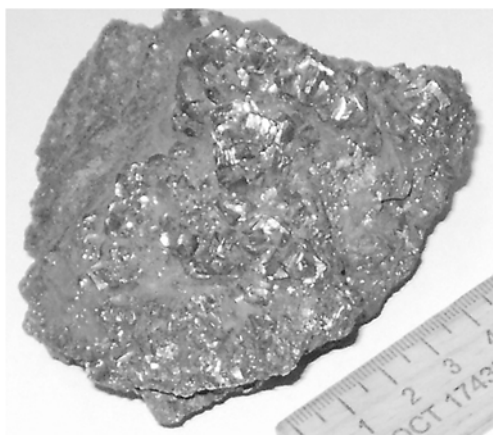


Рис. 3. Зразок підосви пласта  $m_0$  (пісковик з кристалами піриту та халькопіриту)  
Шахта «Піонер»

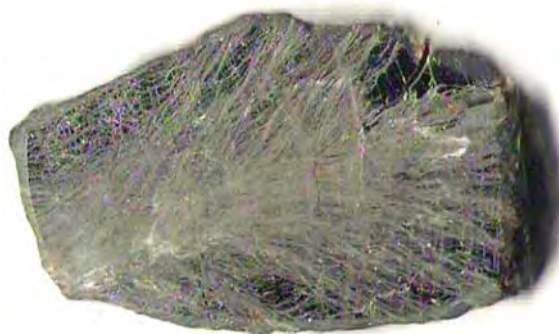


Рис. 4. Аншліф зразка підосви із включенням піритизованих решток пласта  $m_4^0$   
Шахта «Піонер»



Рис. 5. Перекристалізації карбонатів раковин в алевроліті, підосва пласта  $m_3$   
Шахта ім. О.Ф. Засядька

Інтенсивне сульфідне зруденіння простежується в зразках, шліфах та аншліфах з виразним заміщенням органічних залишків піритом (див. рис. 1 – 4). Процеси інтенсивного зруденіння, що виражені в різній зміні складу пісковиків дислокованої підосви вугільних пластів, представляють собою більш пізні в геологічному часі події, які суттєво відстають від часів тектонічних і тектоно-магматичних перетворень земної поверхні під басейни торфонакопичення середнього карбону.



Отже, магмотермальні процеси, які розпочалися при утворенні морфоструктур і умов торфонакопичення, активізувалися в післякарбонівих гідротермальних проявах уже в товщі вуглепородного середньокарбонівового масиву та залишили по собі значні мінеральні новоутворення, найвиразніше представлені сульфідним зруденінням, що потрапили у сформований вуглепородний масив як флюїди.

#### **Прояви карбонізації у вуглепородних масивах**

У вуглепородних масивах Красноармійського, Донецько-Макіївського, Довжано-Ровеньківського та Центрального вуглепромислових районів визначені включення кальциту у вугіллі та вміщуючих породах.

Такі тріщини повністю чи частково виповнені тонкими, вертикальними (чи близькими до них) прожилками кальциту до 0,1 – 0,2 см, які швидше за все потрапили в масив у вигляді низько температурних флюїдів-розчинів. Не можливо не поєднати ці процеси, оскільки кальцитові включення в більшості зразків повністю співпадають із формою тріщинуватості, а оскільки тріщини у більшості випадків більші за кальцитові прожилки, то можемо припустити, що перша фаза була з вищою температурою і, швидше за все, мала газову фазу флюїдів. А у пласті  $m_4^2$  ДП ВК «Краснолиманська» визначено тріщину кальциту шириною близько 5 - 10 см, що вертикально проходить через весь пласт.

При мікропетрографічних дослідженнях встановлено, що зразок із пласта  $l_1^c$  ДП ВК «Краснолиманська», зберігаючи свою будову, майже повністю просякнутий кальцитом. У шліфах  $m_4^2$ ,  $l_2$ ,  $l_3$  та  $l_4^a$  також визначені поодинокі включення кальциту та прожилки кальциту, які розривають цілісність вугільної речовини.

За спектральними аналізами у вугіллі та вміщуючих породах з ділянки дослідження, визначено значну кількість кальциту від  $10 \times 10^{-1}$  до  $30 \times 10^{-1}$  і тільки в поодиноких пробах їх значення сягають  $5 \times 10^{-1}$  чи  $7 \times 10^{-1}$ , в той час, як лише поодинокі значення даних показників на шахті ім. О.Ф. Засядька досягають значень до  $10 \times 10^{-1}$  (рис. 6).

Присутність кальциту у вугіллі порушує цілісність раніше сформованого пласта дозволяє припустити, що його формування у вугільному масиві є вторинним, тобто накладеним на вже сформований масив. Подібність його знаходження у вугільних пластах  $m_4^2$ ,  $l_2$ ,  $l_3$  та  $l_4^a$  свідчить, що дані процеси відбувалися у після середньокарбонівий час. Можливо, кальцит у вуглепородному масиві має подібне чи близьке походження до гіпсів стильської світи, що мають аутогенне походження і розташовані у субвертикальних і міжпластових тріщинах утворених під час активізації низькотемпературних гідротермальних процесів в альпійську тектонічну фазу розвитку Донбасу [5, 7].

Отже, флюїдні розчини у даному випадку мали різні фази (газову та рідинну), і, швидше за все, вони пов'язані з тектоно-магматичними чи гідротермальними процесами у вже сформованому вуглепородному масиві. Слід зазначити, що процеси формування карбонатних новоутворень відбуваються у підготованих до відпрацювання вугільних виробках (рис. 7) шахта «Піонер».



Рис. 6. Підшва пласта  $l_4$   
Шахта ім. О.Ф. Засядька



Рис. 7. Сучасні новоутворення у  
підготованих до виробки штреках шахти  
«Піонер»

## Висновки.

Природна газоносність масиву в регіональному плані залежить від ступеню катагенетичних перетворень, які зумовлюють закономірності її поширення; в локальному – від літолого-фаціальних умов, типів, параметрів, часу і умов утворення розривних порушень та локальної складчастості. Слід зазначити, що регіональні тектонічні порушення можуть бути провідниками, колекторами та покришками газових флюїдів у вуглепородному масиві.

Магмотермальні процеси, які розпочалися при утворенні морфоструктур, активізувалися локально в післякарбонівих гідротермальних проявах уже у товщі вуглепородного середньокарбонівового масиву та залишили по собі значні мінеральні новоутворення, найвиразніше представлені сульфідним зруденінням, що потрапили у сформований вуглепородний масив, як високотемпературні флюїди.

Флюїдні розчини при карбонізації масиву мали різні фази (газову та рідинну), і швидше за все вони пов'язані з тектоно-магматичними чи/та гідротермальними процесами у вже сформованому вуглепородному масиві.

Отже, флюїди, які потрапляють у сформований вуглепородний масив, в залежності від температури мають газову, рідинну чи рідинно-парову фазу. Перерозподіл флюїдів у товщі відбувається в період активізації вулканоплутонічних, тектоно-магматичних та тектонічних подій.

**Вдячності:** автори вдячні геологічним службам вказаних шахт за допомогу при проведенні досліджень. Робота виконана на основі власних досліджень без зовнішньої фінансової допомоги

## REFERENCES

1. Брижанев А.М. Закономерности изменения газоносности по глубине разработки в Донбассе // Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. – М., 1979. С. 98-101.  
Brizhaney A.M. 1979. Zakonomernosti izmeneniya gazonosnosti po glubine razrabotki v Donbasse (Regularities of changes in gas content by depth of development in Donbass) // Gazonosnost' ugol'nykh basseynov i mestorozhdeniy SSSR. – M. S. 98-101.
2. Булат А.Ф., Звягильский Е.Л., Лукинов В.В., Перепелица В.Г., Пимоненко Л.И., Шевелев Г.А. Углепородный массив Донбасса как гетерогенная среда. – Київ. 2008. 410 с.  
Bulat A.F., Zvyagilskiy Ye.L., Lukinov V.V., Perepelitsa V.G., Pimonenko L.I., Shevelev G.A. 2008. Ugleporodnyy massiv Donbassa kak geterogennaya sreda (Donbass coal massif as a heterogeneous environment). – Київ. 410 s.
3. Вергельська Н. Ознаки вторинного зруденіння у вуглепородних масивах Південно-Західного Донбасу // Матеріали VIII наукових читань ім. академіка Є. Лазаренка, Львів – Чинадієве, 11 – 14 вересня 2014 р. – Мінералогія: сьогодення і майбуття – Львів, 2014. – С.24-25.  
Vergelska N. 2014. Oznaky vtorynnoho zrudeninnya u vuhleporodnykh masyvakh Pivdenno-Zakhidnoho Donbasu (Signs of secondary mineralization in the coal massifs of the South-Western Donbass) // Materialy VIII naukovykh chytan' im. akademika YE. Lazarenka, Lviv – Chinadiyev, 11 – 14 veresnya 2014 r. – Mineralohiya: s'ohodennya i maybuttya – Lviv. – S. 24-25.
4. Вергельская Н. В. Особенности перераспределения газа в углепородных массивах Донбасса // Evolutio. Естественные науки. 2016. № 2. – С. 32–35.  
Vergelska N. V. 2016. Osobennosti pereraspredeleniya gaza v ugleporodnykh massivakh Donbassa (Peculiarities of gas redistribution in coal-rock massifs of Donbass) // Evolutio. Yestestvennyye nauki. № 2. – S. 32–35.
5. Вергельська Н. В. Роль тектонічного фактору у формуванні вугільно-вуглеводневих родовищ // Мат. Міжнар. наук. конф., «Геологія і геохімія горючих копалин». 23-25 травня 2017 р., м. Львів. – С. 34–35.  
Vergelska N. V. 2017. Rol tektonichnoho faktor u formuvanni vuhil'no-vuhlevodnevykh rodovyshch (The role of tectonic factor in the formation of hydrocarbon deposits) // Mat. Mizhnar. nauk. konf., «Heolohiya i heokhimiya horyuchykh kopalyn». 23-25 travnya, m. Lviv. – S. 34–35.
6. Вергельська Н.В., Скопиченко І.М. Структурно-тектонічні чинники перерозподілу газів у Донецькому вугільному басейні України // Уголь Украины, 2018. № 10-11. С.35-39.  
Vergelska N.V., Skopychenko I.M. 2018. Strukturno-tektonichni chynnyky pererozpodylu haziv u Donets'komu vuhil'nomu baseyni Ukrayiny (Structural and tectonic factors of gas redistribution in the Donetsk

coal basin of Ukraine) // *Uhol' Ukrainy*, № 10-11. S.35-39.

7. Вергельська Н.В. Фактори поширення метану у вуглепородному масиві // *Мат. наук.-тех. Конфер. «Нафтова галузь:Перспективи нарощування ресурсної бази»* 23-25 травня 2018. Івано-Франківськ. С.92-94.

Vergelska N.V. 2018. Faktory poshyrennya metanu u vuhleporodnomu masyvi (Factors of methane distribution in the coal massif) // *Mat. nauk.-tekh. Konfer. «Naftova haluz':Perspektyvy naroshchuvannya resursnoyi bazy»* 23-25 travnya, Ivano-Frankivs'k. – S.92-94.

8. Газоносность угольных месторождений Донбасса / Анциферов А.В., Тиркель М.Г., Хохлов М.Т. и др. Киев: Наук. думка, 2004. – 232 с.

Gazonosnost' ugol'nykh mestorozhdeniy Donbassa 2004. (Gas content of Donbass coal deposits) / Antsiferov A.V., Tirkel' M.G., Khokhlov M.T. i dr. Kiyeв: Nauk. dumka, – 232 s.

9. Забига́йло В.Е., Широков А.З. Проблемы геологии газов угольных месторождений. – К.: Наукова думка, 1972. – 172 с.

Zabigaylo V.Ye., Shirokov A.Z. 1972. Problemy geologii gazov ugol'nykh mestorozhdeniy. – K.: Naukova dumka, – 172 s.

10. Кравцов А.И Влияние геологических факторов на распределение природных газов в угольных пластах и вмещающих породах // *Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР.- М.: Недра, 1980. – Т.3. – С. 74-101.*

Kravtsov A.I. Vliyaniye geologicheskikh faktorov na raspredeleniye prirodnikh gazov v ugol'nykh plastakh i vmeshchayushchikh porodakh (Influence of geological factors on the distribution of natural gases in coal seams and enclosing rocks) // *Gazonosnost' ugol'nykh basseynov i mestorozhdeniy SSSR.- М.: Nedra, – Т.3. – С. 74-101.*

11. Лидин Г.Д., Кравцов А.И. Миграция газов и газовая зональность // *Газоносность угольных бассейнов и месторождений СССР. – М.: Недра, 1980. – Т.3. – С. 56-73.*

Lidin G.D., Kravtsov A.I. 1980. Migratsiya gazov i gazovaya zonal'nost' (Gas migration and gas zoning) // *Gazonosnost' ugol'nykh basseynov i mestorozhdeniy SSSR. – М.: Nedra, 1980. – Т.3. – С. 56-73*

12. Лукинов В.В. Литогенез песчаников Донбасса и локальный прогноз их выбросоопасности на шахтах: Дисс. ... докт. геол.-мин. наук: 04.00.16 / ДГИ. – Днепропетровск, 1990. – 387 с.

Lukinov V.V. 1990. Litogenez peschanikov Donbassa i lokal'nyy prognos ikh vybrosoopasnosti na shakhtakh (Lithogenesis of Donbass sandstones and local forecast of their outburst hazard in mines): Diss. ... dokt. geol.-min. nauk: 04.00.16 / DGI. – Dnepropetrovsk, – 387 s.

13. Приходченко С.Ю. Геологічні чинники формування та закономірності розташування перспективних ділянок для видобутку метану з вугільних пластів Красноармійського геолого-промислового району Донбасу: Автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.16 / НГА. – Дніпропетровськ, 2000. – 18 с.

Prykhodchenko S.YU. 2000. Heolohichni chynnyky formuvannya ta zakonormosti roztashuvannya perspektyvnykh dilyanok dlya vydobutku metanu z vuhil'nykh plastiv Krasnoarmys'koho heolohopromyslovoho rayonu Donbasu (Geological factors of formation and regularities of location of perspective sites for methane extraction from coal seams of the Krasnoarmeysky geological and industrial region of Donbass): Avtoref. dys. ... kand. heol. nauk: 04.00.16 / NHA. – Dnipropetrovs'k, - 18 s.

14. Спосіб визначення залишкової газової складової вуглепородного масиву Донбасу, автори А. Я. Радзівілл, О. М. Сукачов, Н. В. Вергельська, М. Ю. Соболев, Патент № 79554 від 25.04.2013. Державна служба інтелектуальної власності України, 2013. – 8 с.

Sposib vyznachennya zalyshkovoyi hazovoyi skladovoyi vuhleporodnoho masyvu Donbasu 2013. (The method of determining the residual gas component of the Donbass coal massif), avtory A. YA. Radzivill, O. M. Sukachov, N. V. Verhel's'ka, M. YU. Sobolyev, Patent № 79554 vid 25.04.2013. Derzhavna sluzhba intelektual'noyi vlasnosti Ukrainy.– 8 s.

15. Stavitsky E. A., Yevdoshchuk N. I., Vergelska N. V., Kitchka A. A. Geological prerequisites to evaluate CBM potential of the SW Donets coal basin, Ukraine // *Documenta Geonica, 2013/1 IX Czech and Polish "Geology of coal basins"* 15 – 17. 10. 2013 – Ostrava, 2013. – p. 151-156.

Stavitsky E. A., Yevdoshchuk N. I., Vergelska N. V., Kitchka A. A. 2013. Geological prerequisites to evaluate CBM potential of the SW Donets coal basin, Ukraine // *Documenta Geonica, 2013/1 IX Czech and Polish "Geology of coal basins"* 15 – 17. 10. 2013 – Ostrava, – p. 151-156.